



Fonte da imagem: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/co/P%C3%A9ndulo\\_de\\_Foucault-20110815-125224-2191-1000d-a2b2.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/co/P%C3%A9ndulo_de_Foucault-20110815-125224-2191-1000d-a2b2.jpg)

2017/2

# INTRODUÇÃO À INFERÊNCIA CAUSAL

Curso do Departamento de Estatística – ICE/UFJF

É objetivo deste curso ajudar professores e estudantes a abordarem questões causais que fazem parte de quase qualquer estudo não-experimental nas ciências naturais e sociais. Iremos nos concentrar aqui em métodos simples e naturais para definir parâmetros causais que desejamos entender e mostrar quais pressupostos são necessários para estimar esses parâmetros em estudos observacionais. Mostraremos também que esses pressupostos podem ser expressos matematicamente e de forma transparente e que há mecanismos matemáticos simples para traduzir essas suposições em quantidades causais estimáveis, como os efeitos de tratamentos e intervenções de políticas, para identificar suas implicações testáveis.



## PROFESSORES

AUGUSTO C.SOUZA  
ÂNGELA M.COELHO  
MARCEL T. VIEIRA

## LOCAL

SALA (a definir)

## HORÁRIO

QUARTA 10 – 12H

SEXTA 10 – 12H

UFJF.BR/DESIGNLAB/

*“Feliz o que pode  
conhecer as causas  
das coisas”  
(Virgílio – 70 a 19 AC)*

## DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA ICE/UFJF

Rua José Lourenço Kelmer, s/n,  
bairro Martelos.  
CEP 36036-330, Juiz de Fora,  
MG.

Telefones  
(32) 2102-3306 / (32) 2102-3320  
E-mail

dest.secretaria@ice.ufjf.br

[www.ufjf.br/estatistica/](http://www.ufjf.br/estatistica/)

# INTRODUÇÃO À INFERÊNCIA CAUSAL

## PROGRAMA

### Instrutores

Augusto C. Souza  
Ângela M. Coelho  
Marcel T. Vieira

### Telefone

Secretaria do Dep. de  
Estatística  
2102-3306

### E-mails

Prof. Augusto  
[augusto.souza@ice.ufjf.br](mailto:augusto.souza@ice.ufjf.br)  
Profa. Ângela  
[angela.coelho@ice.ufjf.br](mailto:angela.coelho@ice.ufjf.br)  
Prof. Marcel  
[marcel.vieira@ice.ufjf.br](mailto:marcel.vieira@ice.ufjf.br)

### Local do Professor

Dep. Estatística  
Prof. Augusto – Sala 317  
Profa. Ângela – Sala 318  
Prof. Marcel – Sala 314

### Local e horário da aula

Sala (*a definir*) ou  
Laboratório de Ensino de  
Estatística  
Quarta e Sexta  
10 – 12h

### Visão Geral do Curso

Este curso de Introdução à Inferência Causal está dividido em quatro sessões:

#### **INTRODUÇÃO: o que é e por que estudar Inferência causal; revisão de conceitos básicos de probabilidade e modelos de regressão**

Na primeira parte fornecemos os conceitos básicos – estatísticos, probabilísticos e gráficos – que você precisará para entender o curso. Nela também introduzimos os conceitos fundamentais de causalidade, incluindo o modelo causal e explicaremos através de exemplos como o modelo causal pode transmitir informações que dados puros são incapazes de fornecer.

#### **MODELOS DE GRÁFICOS DE PROBABILIDADE: apresentação teórica e de aplicações das estruturas básicas dos gráficos de probabilidade**

Na segunda parte explicaremos como os modelos causais são refletidos nos dados, através de padrões de dependências estatísticas. Explicaremos como determinar se um conjunto de dados é compatível com um determinado modelo causal e discutiremos brevemente como podemos procurar por modelos que explicam um dado conjunto de dados.

#### **EFEITO DE INTERVENÇÕES: mostrar como aplicar modelos de causalidade estrutural na obtenção dos efeitos de intervenções**

Na terceira parte trataremos de como podemos fazer previsões usando modelos causais, com ênfase particular na previsão do resultado de uma intervenção de uma política pública. Aqui introduzimos técnicas de redução do viés de confusão usando o ajuste para covariáveis, bem como a ponderação pelo inverso da probabilidade. Abordamos também a Análise de Mediação e uma análise aprofundada de como os métodos causais discutidos até aqui funcionam em um sistema linear. A chave para estes métodos é a distinção fundamental entre os coeficientes de regressão e os parâmetros estruturais e como devemos usar ambos para prever efeitos causais em modelos lineares.

#### **MODELOS CONTRAFACTUAIS: apresentação e aplicação de modelos contrafactuais.**

Na quarta parte introduzimos o conceito de contrafactuais – o que teria acontecido se tivéssemos feito uma escolha diferente em um ponto do passado – e discutimos como podemos calculá-los, estimar suas probabilidades e quais perguntas práticas podemos responder usando esses modelos.

## Texto Obrigatório

Causal Inference in Statistics: a primer, *Judea Pearl et al.*

## Referências

Abaixo você encontrará uma ampla lista de livros sobre Inferência Causal, com abordagens diversas, que não necessariamente apresentam os tópicos que serão vistos neste curso.

Ressaltamos que este curso foi baseado essencialmente em PEARL et al (2016).

Angrist, J. D., & Pischke, J.-S. (2009). *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*. Princeton: Princeton University Press.

Berzuini, C., Dawid, P., & Bernardinell, L. (Eds.). (2012). *Causality: Statistical Perspectives and Applications*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.

Gertler, P. J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L. B., & Vermeersch, C. M. (2011). *Impact evaluation in practice*. Washington DC: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. Fonte: <http://www.worldbank.org/pdt>

Illari, P. M., Russo, F., & Williamson, J. (Eds.). (2011). *Causality in the Sciences*. Chippenham: Oxford University Press. doi:10.1093/acprof:oso/9780199574131.001.0001

Koller, D., & Friedman, N. (2009). *Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques*. Cambridge, Massachusetts, United States of America: The MIT Press.

Lee, M.-J. (2005). *Micro-Econometrics for Policy, Program, and Treatment Effects*. New York: Oxford University Press.

Morgan, S. L., & Winship, C. (2015). *Counterfactuals and causal inference : methods and principles for social research* (2 ed.). New York: Cambridge University Press.

Murnane, R. J., & Willett, J. B. (2011). *Methods Matter: : improving causal inference in educational and social science research*. New York: Oxford University Press.

Pearl, J., Glymour, M., & Jewell, N. P. (2016). *Causal Inference in Statistics: a primer*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

Rosenbaum, P. R. (2010). *Design of Observational Studies*. New York: Springer.

Schneider, B., Carnoy, M., Kilpatrick, J., Schmidt, W. H., & Shavelson, R. J. (2007). *Estimating causal effects using experimental and observational Designs: A Think Tank White Paper*. Washington, DC: American Educational Research. Fonte: [www.aera.net](http://www.aera.net)

Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Boston: Houghton Mifflin.

## Recursos

Este curso disponibilizará ao aluno um ambiente online (via Moodle) com fóruns de discussão que podem ser um grande recurso para ajudar uns aos outros a entender Inferência Causal e as atividades passadas. Incentivamos a colaboração e aprendizagem coletiva, mas evite pedir e/ou publicar respostas para as tarefas. Você pode ajudar a esclarecer o que está sendo pedido, lançar luz sobre um conceito ou direcionar os outros ao material relevante, mas você não pode fornecer soluções para os problemas.

Algumas aulas serão ministradas no Laboratório de Ensino de Estatística e faremos uso frequente do ambiente R para computação, simulação e visualização. Os compiladores RStudio™ e TinR™ também poderão ser utilizados. NÃO iremos ensinar tudo o que você precisa saber para usar o R como uma ferramenta, mas não usaremos o R para fazer uso intensivo e avançado de programação. Apesar disso, se julgar necessário, recomendamos para estudo de introdução ao R os seguintes materiais: <https://cran.r-project.org/doc/contrib/Torgo-ProgrammingIntro.pdf>, <https://cran.r-project.org/doc/contrib/Itano-installation.pdf> e <https://cran.r-project.org/doc/contrib/Landeiro-Introducao.pdf>.

## Agenda do Curso

Semana	Assunto
1 – 02 e 04 AGO INTRODUÇÃO	O que é e por que estudar Inferência causal.
2 – 09 e 11 AGO INTRODUÇÃO	Revisão de conceitos básicos de probabilidade e modelos de regressão
3 – 16 e 18 AGO INTRODUÇÃO	Revisão de conceitos básicos de probabilidade e modelos de regressão
4 – 23 e 25 AGO INTRODUÇÃO	Revisão de conceitos básicos de probabilidade e modelos de regressão
5 – 30 AGO e 01 SET MODELOS DE GRÁFICOS DE PROBABILIDADE	Elementos básicos de gráficos probabilidade
6 – 06 SET MODELOS DE GRÁFICOS DE PROBABILIDADE	Elementos básicos de gráficos probabilidade
7 – 13 e 15 SET MODELOS DE GRÁFICOS DE PROBABILIDADE	Teste de modelo e busca de causalidade
8 – 20 e 22 SET OS EFEITOS DE INTERVENÇÕES	Intervenções e Fórmula de ajuste
9 – 27 e 29 SET OS EFEITOS DE INTERVENÇÕES	Critérios <i>back-door</i> e <i>front-door</i> .
10 – 04 e 06 OUT OS EFEITOS DE INTERVENÇÕES	Intervenção condicional, efeito específico de variáveis e Ponderação pelo inverso da probabilidade
11 – 11 OUT OS EFEITOS DE INTERVENÇÕES	Intervenção condicional, efeito específico de variáveis e Ponderação pelo inverso da probabilidade

<b>Semana</b>	<b>Assunto</b>
12 - 18 e 20 OUT <b>OS EFEITOS DE INTERVENÇÕES</b>	Mediação e Inferência causal em Sistemas lineares
13 - 25 e 27 OUT <b>OS EFEITOS DE INTERVENÇÕES</b>	Mediação e Inferência causal em Sistemas lineares
14 - 01 NOV <b>MODELOS CONTRAFCTUAIS</b>	Definição e Cálculo de contrafactuais
15 - 08 e 10 NOV <b>MODELOS CONTRAFCTUAIS</b>	Definição e Cálculo de contrafactuais
16 - 17 NOV <b>MODELOS CONTRAFCTUAIS</b>	Contrafactuais não determinístico
17 - 22 e 24 NOV <b>MODELOS CONTRAFCTUAIS</b>	Uso de contrafactuais na prática
18 - 29 NOV e 01 DEZ <b>MODELOS CONTRAFCTUAIS</b>	Attrition e Mediação
19 - 06 DEZ	

### **Avaliação**

O desempenho acadêmico será avaliado a partir de atividades individuais e em grupo, realizadas à distância e disponibilizadas através do ambiente *Moodle*.

### **Informações Adicionais**

Os professores estarão disponíveis para atendimento nos seguintes horários:

Prof. Augusto: quinta-feira, 14-16h.

Profa. Ângela: quarta-feira, 14-16h.

Prof. Marcel: quarta e sexta-feira, 9-10h